

Estudio de viabilidad del cultivo de ostra rizada *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) en diferentes rías gallegas. Primeros resultados biológico-productivos

D. Iglesias^{1,2}, L. Rodríguez³, J. Montes², R. F. Conchas⁴, J. L. Pérez⁴, M. Fernández¹ y A. Guerra²

¹ Centro Tecnológico do Mar (Cetmar). Eduardo Cabello, s/n. E-36208 Bouzas-Vigo (Pontevedra), España. Correo electrónico: diglesias@cimacoron.org

² Centro de Investigacións Mariñas (Cima). Pedras de Corón, s/n. Apdo. 13. E-36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra), España.

³ Dirección Xeral de Recursos Mariños. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia. Rúa do Valiño, 63-65. E-15703 Santiago de Compostela (A Coruña), España.

⁴ Instituto Tecnológico para o Control do Medio Mariño de Galicia (Intecmar). Peirao de Vilaxoán, s/n. Vilaxoán (Pontevedra), España.

Recibido octubre de 2005. Aceptado en noviembre de 2005.

RESUMEN

Los problemas que la producción ostrícola tradicional gallega tiene planteados han puesto en peligro la continuidad del sector. En el marco de exploración de una alternativa parcial que contribuya a superarlos, se ha llevado a cabo el cultivo experimental de varios lotes de ostra rizada *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) en tres rías gallegas empleando dos técnicas diferentes: cultivo en batea y en zona intermareal. Se evaluó el rendimiento de los mismos mediante el análisis del crecimiento, la mortalidad y la calidad de las ostras producidas. Los primeros resultados mostraron un crecimiento adecuado en la mayor parte de los lotes cultivados, produciéndose ostras comerciales en 14 meses de cultivo, tanto en batea como en intermareal. La mortalidad fue baja en general (inferior al 15 %), especialmente en el cultivo intermareal. Las ostras se vieron afectadas por poliquetos perforadores y por anomalías de calcificación, pero sin llegar a condicionar su aceptabilidad comercial.

Palabras clave: Crecimiento, mortalidad, condición, forma, anomalías de calcificación, cámaras de gel, poliquetos perforadores.

ABSTRACT

Feasibility study of culture of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in different Galician rias (northwest Spain): First biological results

Batches of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) have been experimentally cultivated in three rias from Galicia (northwest Spain) using two different techniques: raft and intertidal culture. Performance of these batches was assessed by analysing the growth, mortality and quality of the oysters produced. First results suggested a good growth in the majority of the raft-cultured batches and in the intertidal zone with commercial oysters after 14 months. Mortality was low (<15 %), especially

in intertidal culture. Oysters were affected by blisters and mud worms, but without impairment to their market acceptability.

Keywords: *Growth, mortality, condition, shape, shell anomalies, blisters, mud worms.*

INTRODUCCIÓN

La producción ostrícola en Galicia está basada fundamentalmente en el cultivo de ostra plana *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) suspendida en batea. Antiguamente existían importantes bancos naturales de esta especie; sin embargo, debido a la incidencia del parásito *Bonamia ostreae*, a la sobrepesca y a la disminución de la calidad ambiental de las rías, hoy en día las poblaciones naturales presentan un carácter residual. En Galicia hace décadas que no se produce captación natural de ostra plana suficiente como para mantener una producción acuícola rentable, y, por tanto, su cultivo se basa en el engorde de semilla y ejemplares adultos importados de otros países, como Francia o Italia. Pero la muy baja producción anual registrada en ocasiones en esos países ha puesto en serio peligro el mantenimiento de la actividad del sector en Galicia. Así, la administración autonómica gallega proyectó líneas de recuperación de ostra plana basadas en la protección estricta de zonas no afectadas por *Bonamia ostreae*, en el desarrollo de programas de investigación sobre poblaciones de ostra resistentes a la enfermedad y en la regeneración de antiguos bancos naturales (Xunta de Galicia, 1992).

Se planteó también, como alternativa parcial de cara al sector, la introducción de la especie de ostra alóctona *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), que no presentaba problemas de tipo productivo en su cultivo (Guerra, Acosta y Espinos, 1987) pero que, por su carácter de especie foránea y la ausencia de conocimiento acerca de su desarrollo en aguas gallegas, generaba desconfianza (Molares, Pascual y Quintana, 1986). En 1991 se autorizaron cultivos experimentales de ostra rizada *C. gigas* en 16 bateas con el fin de valorar la viabilidad del cultivo de esta especie desde un punto de vista productivo, pero también ecológico (Xunta de Galicia, 1992). Desde entonces, y hasta la actualidad, los productores han continuado su actividad en el marco de estas autorizaciones experimentales, demandando con fre-

cuencia a la Administración, a través de la Organización de Productores Ostrícolas de Galicia (OPOGA), la autorización definitiva de la actividad. En respuesta a dichas demandas, la Dirección Xeral de Recursos Mariños de la Consellería de Pesca y Asuntos Marítimos inició en 2004 un proyecto coordinado destinado a valorar con una perspectiva integral (englobando los aspectos biológico, ecológico, técnico y económico) la viabilidad del cultivo de ostra rizada *C. gigas* en Galicia como posible complemento al cultivo de la ostra plana. En el presente trabajo se exponen los primeros resultados biológico-productivos derivados del desarrollo del cultivo experimental de *C. gigas* en diferentes rías gallegas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lotes de ostra, lugares de estudio y condiciones de cultivo

El cultivo experimental desarrollado consistió en el engorde de dos lotes de ostra de edad diferente procedentes de captación natural en la bahía de Arcachon (Francia). El primer grupo de ostras estaba integrado por 30 000 unidades de ostra juvenil (*naissain*) de $21,6 \pm 0,6$ mm (media \pm d. e.) de longitud dorso-ventral y peso vivo $1,48 \pm 0,10$ g. Este grupo de ostras correspondía a la captación natural registrada en 2003, y tenían 8 meses de edad en el momento de la introducción (mayo de 2004). El segundo lote estaba compuesto por 3 000 unidades de ostra captada en 2002 y fue introducida en aguas gallegas con 18 meses de edad, también en mayo de 2004, con una longitud media de $45,6 \pm 3,0$ mm y $10,79 \pm 1,38$ g de biomasa media. Previamente a la inmersión, se realizó un control histopatológico inicial con el fin de garantizar que las ostras introducidas estaban libres de parásitos y patologías relevantes.

Las ostras *naissain* se dispusieron en seis ubicaciones geográficas correspondientes a tres rías diferentes: ría de Vigo, ría de Arousa y ría de Riba-

deo. Los emplazamientos eran: polígono Redondela A, en la ría de Vigo; polígonos Grove F, Grove A, Cambados D y playa de Corón (Vilaxoán), en la ría de Arousa; y playa de Vilavella (Ribadeo), en la ría de Ribadeo (figura 1). Las ostras de 18 meses se dispusieron en dos puntos de la ría de Arousa: polígono de cultivo Grove A y playa de Corón (Vilaxoán). Los sistemas de cultivo empleados fueron el suspendido en batea y el sobreelevado en zona intermareal. El cultivo en batea se inició disponiendo los ejemplares en el interior de cestas ostrícolas comerciales apiladas en grupos de 10 y dispuestas ensartadas mediante una cuerda. Mensual o bimestralmente, según los lotes, se realizaron tomas de muestras, disminución de la densidad de los cestos mediante desdobles y sustitución de los cestos por otros limpios. En noviembre de 2004 las ostras *naissain* presentaban un tamaño que permitió su pegado en cuerda con cemento de manera individualizada. Esta operación fue realizada en todos los lotes cultivados en batea, salvo en el correspondiente al polígono Grove A, por motivos de logística. Las ostras introducidas con 18 meses no fueron pegadas en cuerda, puesto que se esperaba un ciclo de cultivo de menor duración. El cultivo sobreelevado en intermareal se realizó en sacos ostrícolas comerciales (*poches*) de malla plástica dispuestos sobre parrillas metáli-

cas ubicadas en un nivel de marea en torno a 0,80 m y con una elevación de, aproximadamente, 50 cm sobre el sustrato. Mensualmente los sacos fueron volteados en la parrilla y agitados para impedir que las ostras se adhiriesen a las paredes de los mismos y entre sí, sustituyendo los sacos por otros limpios cuando resultó necesario. Asimismo, conforme las ostras fueron creciendo se fueron empleando sacos ostrícolas de luz de malla mayor y se disminuyeron las densidades de cultivo mediante desdobles. En la tabla I se especifican las condiciones concretas en que se desarrollaron ambos tipos de cultivo.

En el caso de las ostras introducidas con 18 meses de edad se realizó una experiencia de cultivo mixto batea-intermareal: se realizaron dos trasvases de ostras cultivadas en batea en el polígono Grove A hacia *poches* situados en el cultivo intermareal de Vilaxoán en septiembre (trasvase 1) y en diciembre (trasvase 2) de 2004, donde permanecieron hasta la finalización del ciclo de cultivo en marzo de 2005.

Valoración de variables productivas

Se realizaron muestreos de seguimiento de la evolución de diferentes aspectos productivos (cre-

Figura 1. Ubicación geográfica de los diferentes puntos de estudio. (●): polígonos con cultivo suspendido en batea; (1): Redondela A; (2): Grove F; (3): Grove A; (4): Cambados D. (■): situación de las concesiones con cultivo sobreelevado en intermareal: (5): Vilaxoán; (6): Ribadeo.

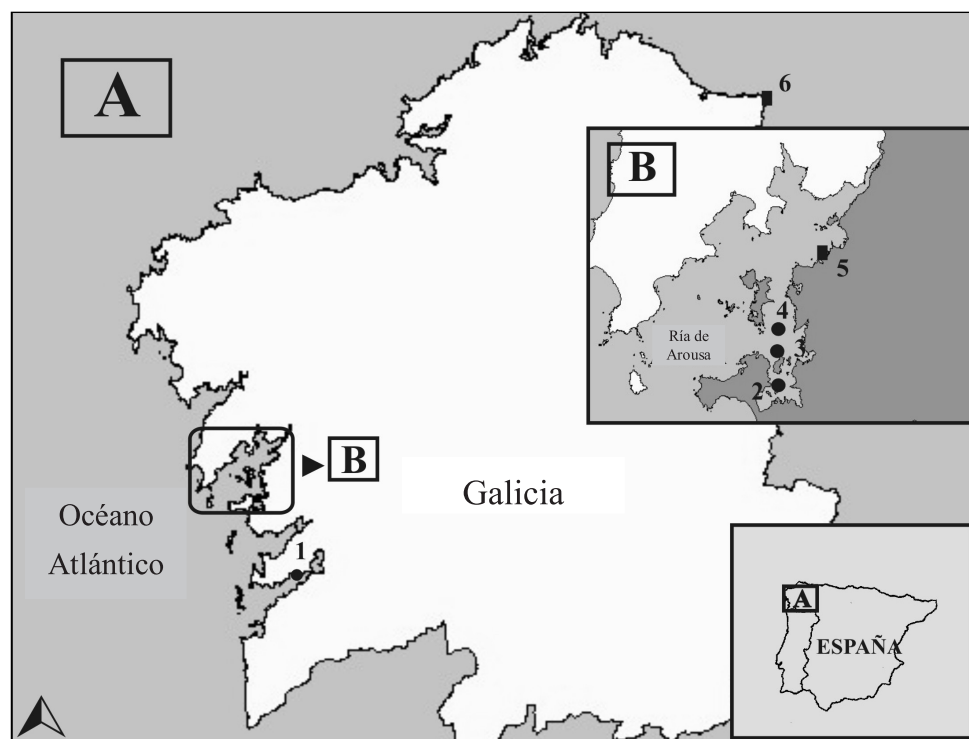


Tabla I. Condiciones en que se desarrolló el cultivo experimental de los diferentes lotes de *Crassostrea gigas*. (*): en el caso de los lotes cultivados en intermareal se indica, entre paréntesis, la luz de malla (en mm) empleada en los sacos ostrícolas.

Tipo de cultivo	Emplazamiento del cultivo	Lotes	2004									2005					
			May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Densidad de cultivo (ostras/m²)																	
Intermareal*	Vilaxoán	Naissain	Introducción de las ostras	4 000 (6)	1 000 (9)	1 000 (9)	400 (9)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	300 (14)	300 (14)	300 (14)
		18 meses	“		400 (9)			400 (14)					Fin del cultivo				
	Ribadeo	Naissain	“	4 000 (6)	4 000 (6)	800 (9)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	400 (14)	300 (14)	300 (14)	300 (14)
En batea	Redondela A	Naissain	“	1 000	600	600	400	400						Pegadas en cuerda			
	Grove F	Naissain	“	1 600	800	800	400	400						Pegadas en cuerda			
	Grove A	Naissain	“	1 600	600	600	400	400	400	320	320	320	320	320	320	240	240
		18 meses	“		480	480	480	240	240	240	240	240	240		Fin del cultivo		
	Cambados D	Naissain	“	1 600	1 600	800	400	400						Pegadas en cuerda			

cimiento, mortalidad y calidad) de los lotes de ostras cultivados. La periodicidad de muestreo durante el año 2004 fue mensual en el caso de los lotes Redondela A, Grove A y Vilaxoán, y bimestral en Grove F, Cambados D y Ribadeo. Durante 2005 todos los lotes se muestrearon cada dos meses. En cada uno de los muestreos realizados se valoró in situ la mortalidad y se tomó una muestra de 30 ostras de cada lote que fueron trasladadas en condiciones de refrigeración al laboratorio, donde tuvo lugar el procesamiento de las mismas con el fin de determinar el crecimiento y diferentes aspectos determinantes de la calidad de las ostras.

Crecimiento

De cada uno de los individuos muestreados se registraron la longitud dorso-ventral y el peso vivo total, empleando un calibre con una precisión de 0,1 mm y una balanza con una precisión de 0,01 g. Para cada lote y periodo muestreado, fueron calculados el valor promedio y el error estándar de cada variable. En el caso de la biomasa, se calculó la tasa instantánea de crecimiento mensual (G30) conforme a la expresión (Ricker, 1975)

$$G_{30} = \frac{\ln (P_2/P_1)}{\ln (t_2 - t_1)} \times 30$$

donde P_2 es el peso vivo medio de las ostras en el momento del muestreo, P_1 es el peso vivo medio de las ostras con fecha del último muestreo anterior y $t_2 - t_1$ es el número de días transcurrido entre un muestreo y otro.

Mortalidad

Para determinar la tasa de supervivencia en el caso de los lotes cultivados en sobrelevado, en cada uno de los muestreos fueron contabilizadas todas las ostras vivas y muertas dispuestas en *poches*; en el caso de las ostras cultivadas suspendidas en batea, se contabilizó el número inicial de ostras dispuesto y, con ocasión de cada muestreo, se contabilizaron aquéllas que eran halladas muertas.

La tasa finita de supervivencia correspondiente al periodo de tiempo transcurrido entre muestreos se determinó como el número de ostras vivas al final de dicho intervalo dividido entre el número inicial de ostras vivas al inicio del intervalo. Dicho número fue corregido considerando el número de ostras retiradas en cada muestreo, con el fin de determinar el número de ostras vivas existentes al inicio del intervalo correspondiente al muestreo siguiente. Las tasas finitas mensuales de mortalidad y supervivencia ajustadas a 30 días se calcularon a partir de la transformación de las tasas instantáneas de mortalidad. La mortalidad acumulada de cada grupo de ostras se calculó como la suma de las

tasas instantáneas de mortalidad correspondientes a cada intervalo, transformándose a continuación a su expresión finita (Krebs, 1982).

Calidad

Como caracteres definitorios de la calidad de las ostras se consideraron la condición, la morfología externa, la presencia de cámaras de gel y el grado de afectación por el poliqueto perforador *Polydora* spp.

Condición

Se evaluó el rendimiento en carne de las ostras mediante el cálculo de índices de condición. Para ello se registró el peso total de cada una de las 30 ostras muestreadas, se abrieron, se extrajo la carne y tras cinco minutos de escurrido sobre papel secante ésta fue pesada. Estos tejidos húmedos fueron sometidos a deshidratación en estufa a 60 °C durante 72 horas, tras lo cual fue registrado su peso seco. Con las valvas se procedió de la misma forma, registrando su peso seco tras el periodo de desecación en estufa. Todos los pesos fueron registrados con una precisión de 0,01 g. Con los datos obtenidos se calculó el índice de condición correspondiente a cada individuo según la expresión (Lucas y Beninger, 1985)

$$IC = \frac{\text{Peso seco vianda (g)}}{(\text{Peso total} - \text{peso seco valvas}) \text{ (g)}} \times 100$$

Se calculó el índice de condición promedio y el error estándar asociado para cada uno de los lotes cultivados en cada uno de los muestreos realizados.

Índices de forma

Para evaluar si las ostras presentaban una forma adecuada, conforme a los estándares de calidad requeridos por el mercado, en el momento final del cultivo se registraron la longitud dorso-ventral y el espesor de cada uno de los individuos muestreados (empleando calibres con una precisión de 0,1 mm) y se calculó el índice de forma propuesto por Brake, Evans y Langdon (2003)

$$IF = \text{Espesor} / \text{Longitud dorso-ventral}$$

Se establece un valor umbral mínimo de 0,25 a partir del cual la forma de las ostras es adecuada

para la industria en cuanto a la relación existente entre sus dimensiones.

Presencia de cámaras de gel

La ostra rizada *C. gigas* presenta en ocasiones anomalías en el proceso de calcificación que dan lugar a la formación de cámaras en la superficie interna de las valvas. Estas cámaras presentan habitualmente en su interior una sustancia de naturaleza proteínica con consistencia de gel que confiere a las ostras un aspecto desagradable y desprenden mal olor si son perforadas en el proceso de apertura de las ostras. Con el fin de determinar el grado de afectación por cámaras de gel se examinaron las valvas de los 30 individuos muestreados en cada ocasión y se calcularon los siguientes índices A y B de afectación por cámaras de gel propuestos por Alzieu *et al.* (1986).

- Índice A: porcentaje de ostras que presentan cámaras en al menos una de sus valvas, normalmente la derecha (valva plana superior).
- Índice B: porcentaje de individuos con cámaras en ambas valvas simultáneamente (lo que indica mayor grado de malformación).

Afectación por *Polydora* spp.

Con el fin de cuantificar la infestación por *Polydora* spp. se empleó la escala cualitativa definida por Catherine *et al.* (1990), que se basa en el examen macroscópico de la valva más infestada. Esta escala contempla cinco clases de infestación creciente. Se calculó un índice *Polydora* (IP) como la ponderación de estas clases según el número de individuos observados en cada clase. El índice varía entre 0 y 4, donde el valor 0 indicaría que todas las ostras muestreadas están libres del poliqueto, y el valor 4 que todas las ostras están afectadas por el mismo en su mayor grado de intensidad. El nivel 3 de esta escala define el límite de aceptabilidad comercial de *C. gigas*.

RESULTADOS

Crecimiento

En la figura 2 se muestra la evolución de los valores medios de longitud dorso-ventral de los

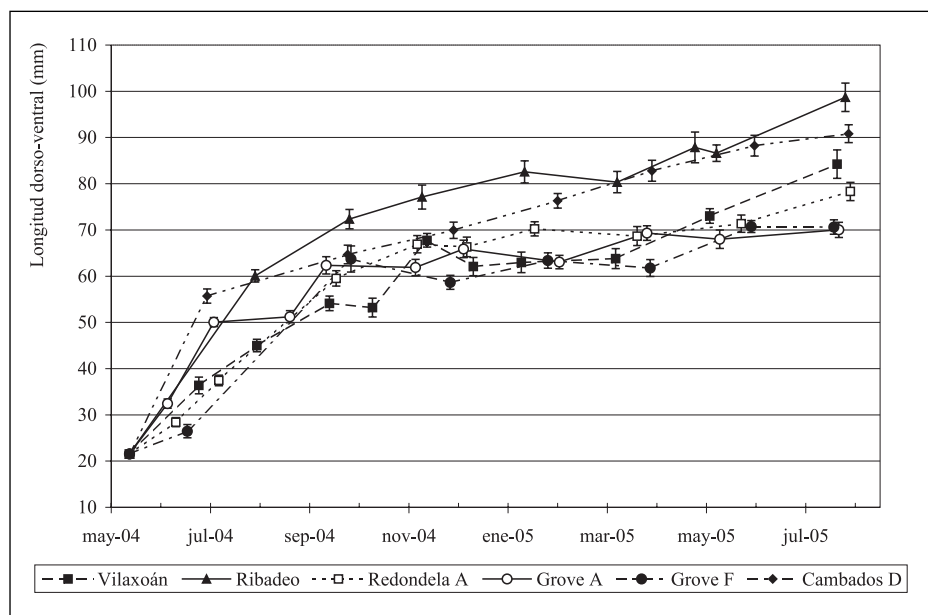


Figura 2. Evolución temporal de la longitud dorso-ventral media (\pm error estándar) de los diferentes lotes de ostra *naissain*.

diferentes lotes de ostra *naissain* cultivados. El incremento en longitud fue muy elevado en los primeros meses de cultivo (final de primavera-verano de 2004), más lento durante el otoño y prácticamente nulo durante el invierno. En primavera de 2005 se reactivó el crecimiento en talla de las ostras, pero de una manera más progresiva. En julio de 2005 existían 4 grupos de ostras estadísticamente diferentes en cuanto a su longitud dorso-ventral (tabla IIa). En cuanto al crecimiento en peso de las ostras *naissain*, éste se representa en las figuras 3 y 4. Tal como se aprecia en la figura 4, las tasas de crecimiento en peso fueron muy elevadas en los meses de verano, disminuyendo de forma bastante abrupta con la llegada del otoño. La ganancia en peso fue nula para prácticamente todos los grupos de ostra cultivados entre diciembre y marzo (invierno de 2005), presentando alguno de ellos, incluso, tasas instantáneas de crecimiento negativas en momentos concretos, esto es: una disminución en el peso vivo medio de los organismos que componen el *stock* cultivado. En primavera de 2005, de nuevo se aprecia un incremento en la biomasa media de los diferentes lotes cultivados, con tasas instantáneas de crecimiento positivas pero con valores absolutos menores que las registradas en la primavera de 2004. En el último mes analizado (julio de 2005) se observaron tres grupos de ostras con diferencias estadísticamente significativas en su biomasa (tabla IIb). El

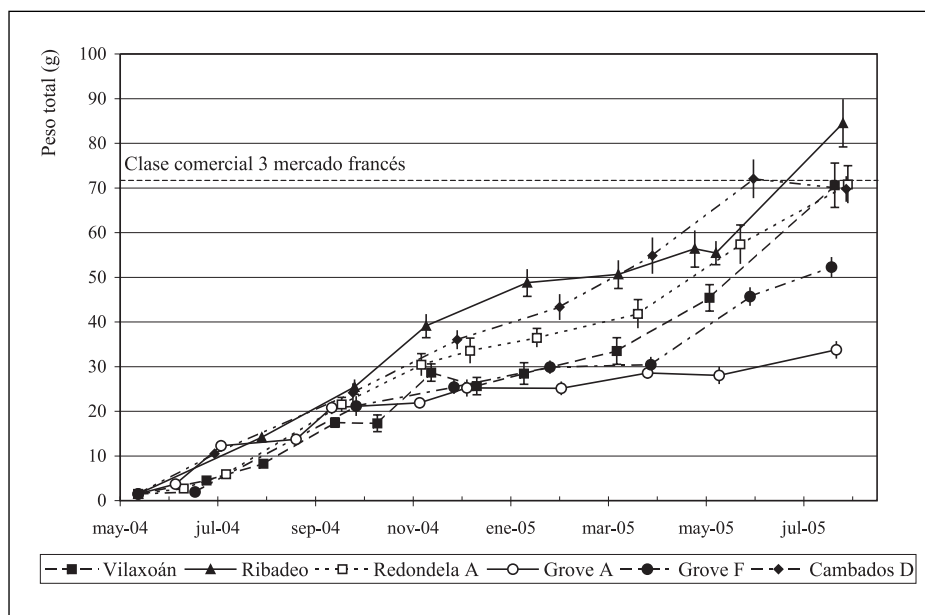
grupo de ostras que presentaba mayores pesos medios resultaba ya comercializable (clase 3 del mercado francés: 72-90 g) e incluía ostras cultivadas tanto en batea (Redondela A y Cambados D) como en intermareal (Ribadeo y Vilaxoán).

Tabla II. Resultados de los tests estadísticos no paramétricos (Mann-Whitney) empleados para comparar diferentes variables biométricas de los lotes RA (Redondela A), GA (Grove A), GF (Grove F), CD (Cambados D), V (Vilaxoán) y RB (Ribadeo) de ostra *naissain* estudiados en julio de 2005. (n.s.): diferencias no significativas, $p > 0,05$; (*): $0,05 > p > 0,01$; (**): $0,01 > p > 0,001$; (***): $p < 0,001$.

(a)		Longitud anteroposterior					
Lotes	RA	GA	GF	CD	V	RB	
RA	-						
GA	**	-					
GF	*	n.s.	-				
CD	***	***	***	-			
V	*	***	***	n.s.	-		
RB	***	***	***	*	**	-	

(b)		Peso vivo					
Lotes	RA	GA	GF	CD	V	RB	
RA	-						
GA	***	-					
GF	***	***	-				
CD	n.s.	***	***	-			
V	n.s.	***	**	n.s.	-		
RB	n.s.	***	***	n.s.	n.s.	-	

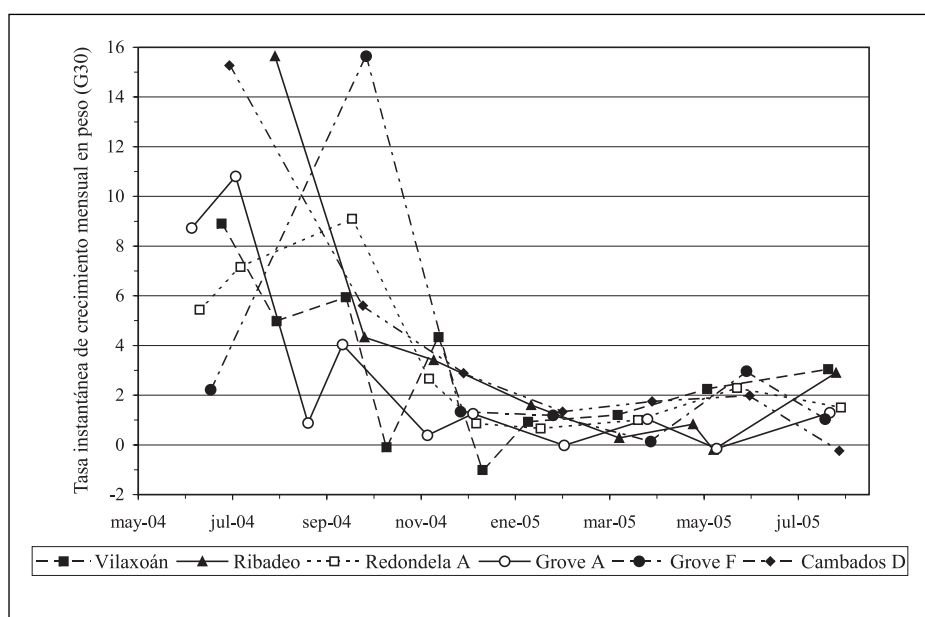
Figura 3. Evolución del peso vivo total medio (\pm error estándar) de los lotes de ostra *naissain*.



En lo que respecta a los lotes de ostras introducidos con 18 meses, el patrón general de crecimiento fue similar al descrito para los lotes de *naissain* (figuras 5, 6 y 7): crecimiento rápido en longitud y en peso en los primeros meses tras la inmersión (mayo-agosto), más progresivo en otoño, y prácticamente inexistente en los meses de invierno (diciembre 2004-marzo 2005). En cuanto a la valoración del crecimiento al final del periodo de cultivo (marzo 2005), en la tabla III se presentan los resultados de diferentes tests estadísticos realizados para comparar si existieron

diferencias significativas en longitud y peso vivo entre los distintos grupos de ostra cultivados. Se concluye que no hubo diferencia en el crecimiento en longitud entre las ostras cultivadas en batea en el polígono Grove A y las cultivadas en intermareal de Vilaxoán. En el caso del peso vivo total de las ostras, éste resultó significativamente mayor en el caso de las ostras cultivadas en intermareal. En todo caso, el crecimiento de las ostras de 18 meses no fue satisfactorio con ninguna de las dos técnicas de cultivo empleadas (batea e intermareal), puesto que tras 10 meses

Figura 4. Tasa instantánea de crecimiento mensual en peso de los lotes de *naissain* a lo largo de su ciclo de cultivo.



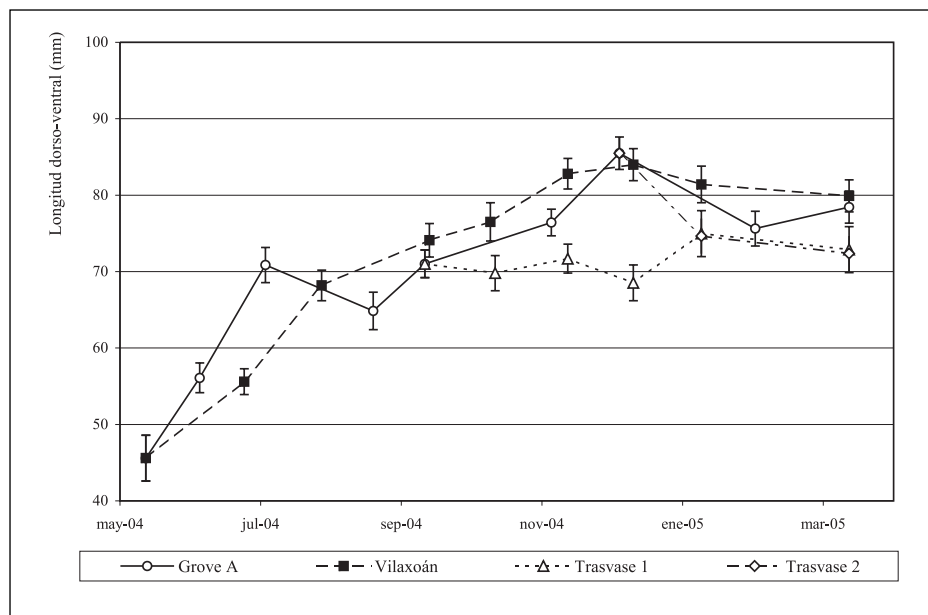


Figura 5. Evolución comparada de los valores medios de longitud dorso-ventral (\pm error estándar) correspondientes a los lotes de 18 meses cultivados.

de engorde ninguno de los lotes alcanzó una biomasa que permitiese su comercialización. Es destacable el hecho de que, en marzo de 2005, dos de los lotes de ostras *naissain* (Ribadeo y Cambados D) (figura 3) presentaban biomásas próximas, e incluso superiores, a los lotes de ostra introducidos con 18 meses (figura 7).

La experiencia de cultivo mixto batea-intermareal no supuso una mejora en el crecimiento de estos lotes, y presentaron valores significativamente inferiores en longitud y peso que los de

las ostras mantenidas en intermareal durante todo el ciclo de cultivo (tabla III).

Mortalidad

La figura 8 representa la curva de supervivencia de los diferentes lotes de ostra *naissain* cultivados. La mortalidad mensual fue, en general, baja (inferior al 10 %), salvo en un episodio puntual ocurrido en los polígonos Grove A y

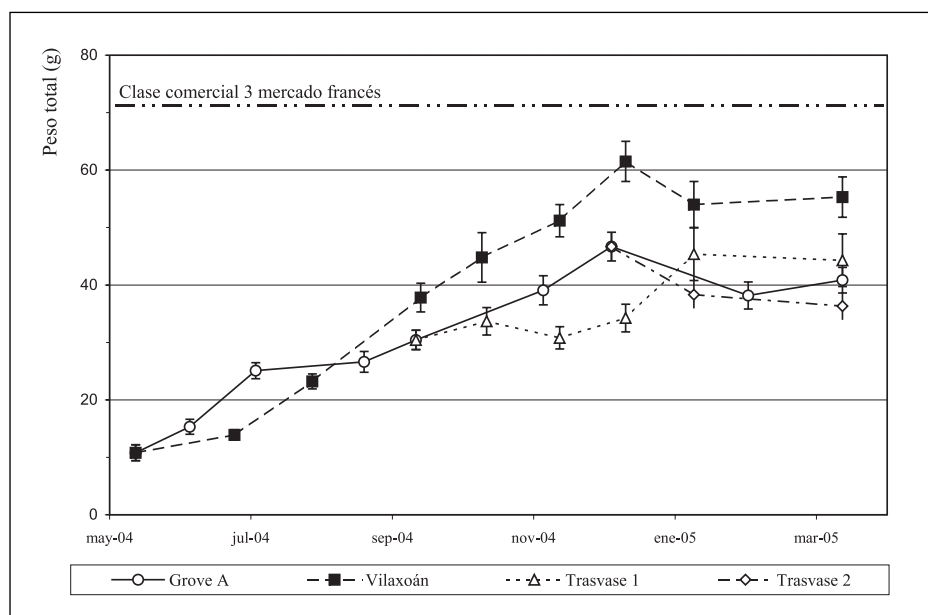


Figura 6. Evolución comparada de los valores medios de peso vivo total (\pm error estándar) correspondientes a los lotes de 18 meses cultivados.

Figura 7. Tasa instantánea de crecimiento mensual en peso de los lotes de 18 meses de a lo largo de su ciclo de cultivo.

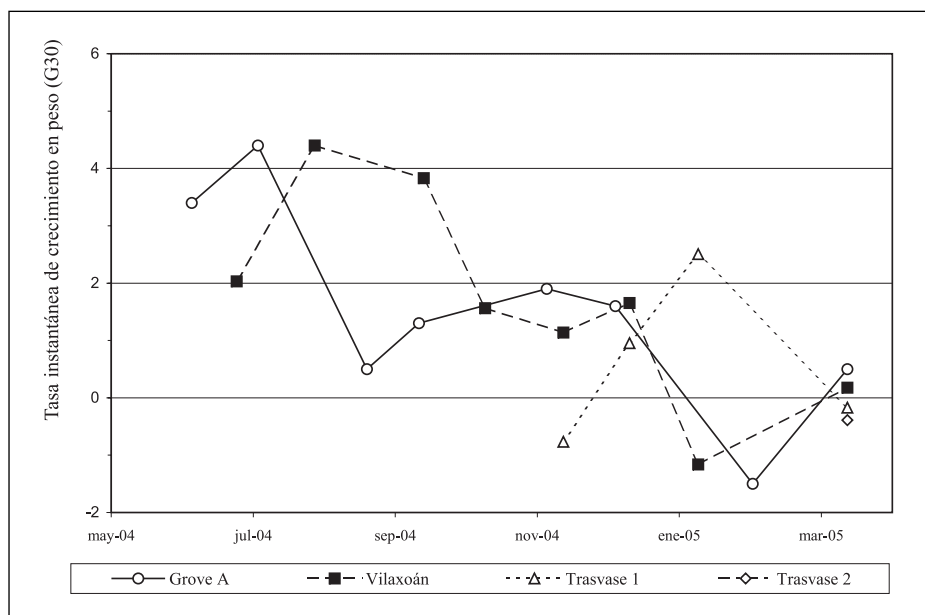


Tabla III. Resultados de los tests estadísticos (anova) empleados para comparar diferentes variables biométricas de los lotes GA (Grove A), V (Vilaxoán), TA1 (trasvase 1), TA2 (trasvase 2) de ostra de 18 meses estudiados en el momento final del cultivo (marzo de 2005). (n.s.): diferencias no significativas, $p > 0,05$; (*): $0,05 > p > 0,01$; (**): $0,01 > p > 0,001$; (***): $p < 0,001$.

(a) Longitud anteroposterior				
Lote	GA	V	TA1	TA2
GA	-			
V	n.s.	-		
TA1	n.s.	*	-	
TA2	*	*	n.s.	-
(b) Peso total				
Lote	GA	V	TA1	TA2
GA	-			
V	***	-		
TA1	n.s.	*	-	
TA2	n.s.	***	n.s.	-

Grove F entre mayo y julio de 2004, en el que alcanzó valores cercanos al 23 %. Los valores de mortalidad acumulada fueron menores del 15 % en todos los lotes, excepto en los polígonos mencionados. En el caso de los lotes cultivados sobre elevados en intermareal, la mortalidad acumulada fue aun menor, con valores de supervivencia entre 96 % y 99 % tras un año de cultivo.

En la figura 9 se representa la curva de supervivencia de los dos lotes cultivados de ostra de 18 meses: el suspendido en batea en Grove A y el sobrelevado en el intermareal de Vilaxoán. La mortalidad fue, en general, baja (menos del 6 %), exceptuando un episodio puntual de choque de aproximadamente el 20 % que tuvo lugar entre mayo y junio en el polígono Grove A. No se dispone de datos de mortalidad en intermareal en esas fechas: las ostras cultivadas según esta técnica aun no habían sido introducidas debido a que el nivel de las mareas no permitió el acceso a la zona de cultivo hasta aproximadamente diez días después. La mortalidad acumulada tras 10 meses de cultivo (marzo de 2005) fue del 28,1 % en el caso del cultivo en batea en el polígono Grove A y del 11,5 % en las ostras cultivadas en intermareal de Vilaxoán. La mortalidad de los lotes trasvasados siguió una tendencia similar a la de los lotes cultivados en intermareal, aunque en algún caso puntual se observó una mortalidad ligeramente mayor en el primer mes siguiente al trasvase. Este hecho podría deberse a condiciones de estrés en el transporte o de adaptación a las nuevas condiciones de cultivo.

Valoración de la calidad

Condición

La figura 10 representa la evolución temporal de la condición media de los diferentes lotes de

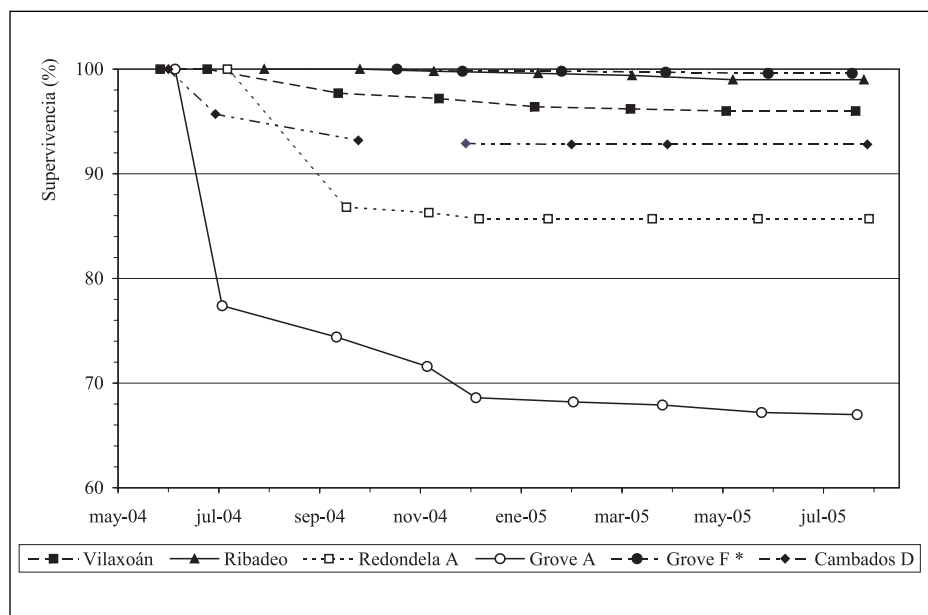


Figura 8. Curva de supervivencia de los lotes de *naissain* cultivados. (*): la mortalidad de las ostras cultivadas en Grove F únicamente fue evaluada a partir de su pegado en cuerda.

ostra *naissain*. En los primeros meses, la evolución del índice de condición medio varía según el lugar de cultivo. Los lotes cultivados en batea presentaron una disminución progresiva de su condición desde junio hasta octubre (salvo Grove A, que presenta un pequeño repunte de la condición a finales de agosto). Durante ese mismo periodo, los lotes cultivados en intermareal mantuvieron valores de condición mayores que los cultivados en batea. A partir de octubre de 2004, el lote cultivado en Grove F experimentó un aumento progresivo de los valores de condición, diferenciándose claramente del resto de lotes por su rendimiento en carne. El resto de

lotes (salvo Grove A) presentaron valores estables de índice de condición (entre 3 y 5) a lo largo del otoño y el invierno, y con el inicio de la primavera éstos incrementaron sus valores de manera muy apreciable. Esta tendencia al alza se mantuvo hasta julio de 2005, salvo en Vilaxoán y Grove F, donde la condición de las ostras decayó de una manera más o menos progresiva a partir de mayo. El lote de Grove A presentó un comportamiento análogo al resto de lotes hasta septiembre, momento en que adoptó valores de índice de condición muy inferiores al resto de los grupos de ostras estudiados. Con el inicio de la primavera se detectó un leve incremento de

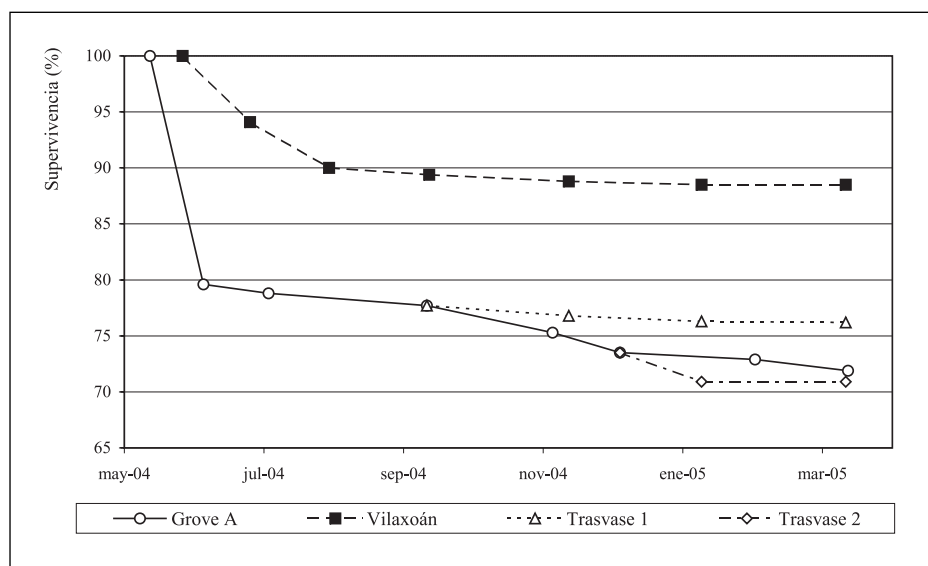
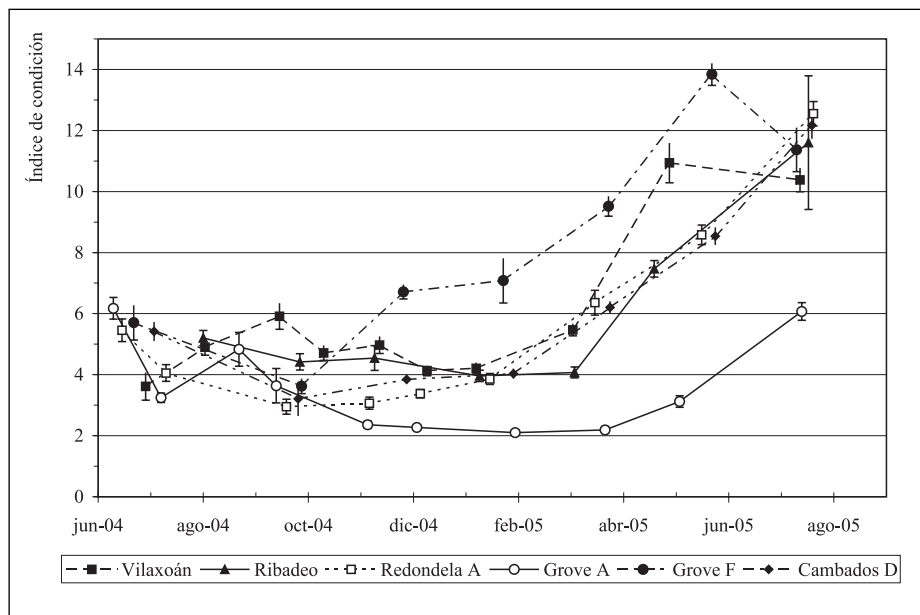


Figura 9. Curva de supervivencia de los lotes de 18 meses cultivados.

Figura 10. Evolución del índice de condición medio (\pm error estándar) de los lotes de ostra *naissain* cultivados.



su condición, pero considerablemente menor que en del resto de lotes.

En la figura 11 se muestra la evolución del índice de condición de los diferentes lotes de ostra rizada de 18 meses. Desde su introducción en mayo, y hasta julio de 2004, las ostras de ambos lotes (Grove A y Vilaxoán) sufrieron un incremento exponencial de los valores de condición, de manera que éstos se cuadruplicaron en apenas dos meses, alcanzando valores superiores a 8. A partir de este momento experimentaron una caída bastante rápida. Esta caída cesó en

octubre en el caso del lote de Vilaxoán, que sufrió un ligero incremento en la condición en el mes de noviembre, y volvió a estabilizarse en valores en torno a 5,5 a lo largo de todo el invierno. En el caso de Grove A, tras un máximo de condición detectado en verano, se inició un descenso progresivo de los valores de condición hasta alcanzar un mínimo de 2,8 en noviembre, valor que se mantuvo estable a lo largo de todo el invierno. En lo que respecta a la condición en ambos lotes trasvasados, se observó una tendencia a confluir con el lote cultivado en el inter-

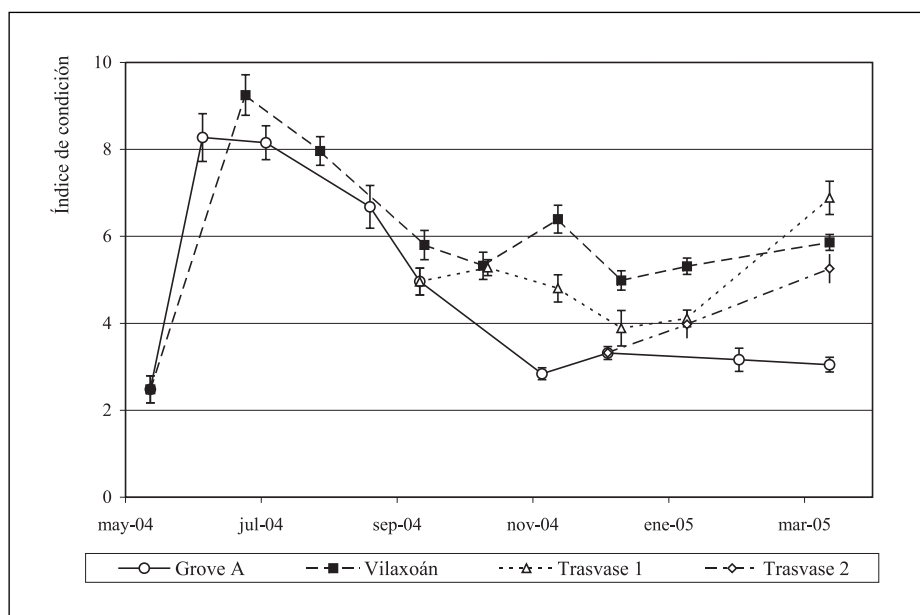


Figura 11. Evolución del índice de condición medio (\pm error estándar) de los lotes de ostra de 18 meses cultivados.

mareal de Vilaxoán durante todo el ciclo de cultivo. En el caso del primer lote trasvasado, éste superó los valores de condición de Vilaxoán al final del cultivo.

Índices de forma

En las figuras 12 y 13 se representa, mediante diagramas de cajas, la distribución del índice de forma (IF) definido por Brake, Evans y Langdon (2003) de las ostras *naissain* en el mes de julio de 2005 y las de 18 meses en marzo de 2005. Como se aprecia en las mismas, la práctica totalidad de las ostras presentan IF superiores a 0,25 y, por tanto, su forma es adecuada desde el punto de vista de su aceptación comercial.

Presencia de cámaras de gel

La variación de la afectación por cámaras de gel en los lotes de *naissain* cultivados se representa en las figuras 14 y 15. Del análisis de las mismas se puede concluir que los dos lotes más afectados por el desarrollo de cámaras son Redondela A y Grove A, con porcentajes de afectación definidos por el índice A mayores del 70 % durante todo el periodo estudiado, y valores

también importantes del índice de afectación B. Asimismo, la población de cultivo menos afectada fue Grove F, con porcentajes de afectación siempre inferiores al 20 %.

En las figuras 16 y 17 se muestra la evolución temporal de la presencia de cámaras de gel en los diferentes lotes de ostra de 18 meses. Como se aprecia en las mismas, el desarrollo de cámaras de gel fue mucho mayor en las ostras cultivadas en batea. En este caso, el trasvase de ostras de batea hacia intermareal tuvo un claro efecto reductor de la afectación por cámaras de gel en las ostras trasladadas.

Afectación por *Polydora* spp.

En la figura 18 se muestra la evolución temporal del índice *Polydora* (IP) en el ciclo de cultivo de los diferentes grupos de ostra *naissain*. El efecto de este poliqueto parece acumulativo, pero, tras 14 meses de cultivo, los valores de IP todavía se encuentran por debajo del umbral de rechazo comercial del producto. En el caso de las ostras de 18 meses, *Polydora* spp. tampoco constituyó un problema que pudiera limitar la aceptación comercial de las ostras (figura 19). Las operaciones de trasvase de ostras hacia el intermareal no parecieron ejercer ningún efecto apreciable en el IP.

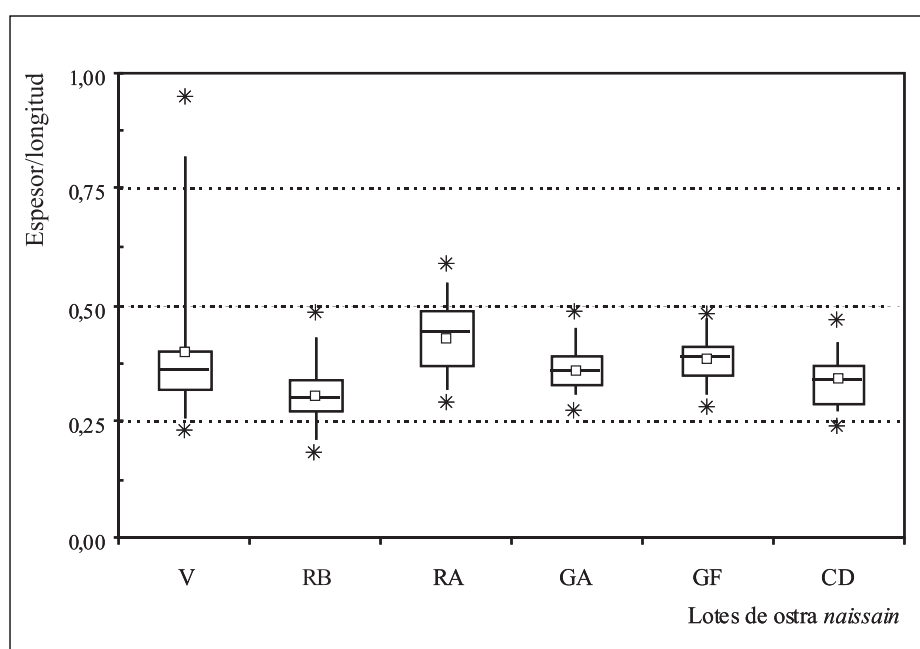
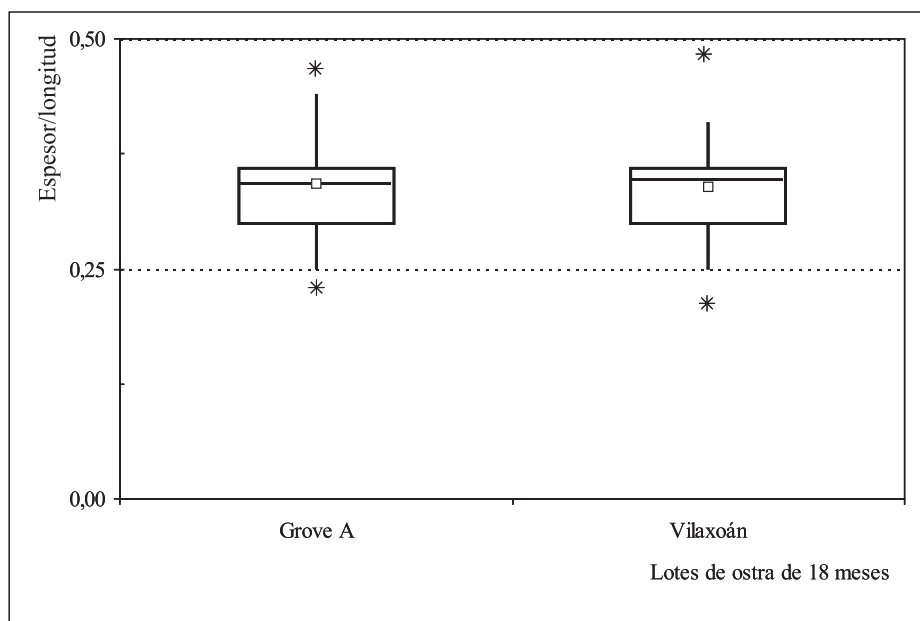


Figura 12. Distribución en diagramas de cajas de los diferentes grupos cultivados de ostra *naissain* en función de su IF en julio de 2005. (Las líneas horizontales de las cajas indican los percentiles 25 %, 50 % y 75 % de abajo arriba, respectivamente. Los límites de las barras indican los percentiles 5 % y 95 %. El símbolo cuadrado representa la media. Los símbolos * que aparecen por encima y por debajo de las barras señalan los valores extremos, máximo y mínimo, de la muestra.)

Figura 13. Distribución en diagramas de cajas de los diferentes grupos cultivados de ostra de 18 meses en función de su IF en julio de 2005. (Las líneas horizontales de las cajas indican los percentiles 25 %, 50 % y 75 % de abajo arriba, respectivamente. Los límites de las barras indican los percentiles 5 % y 95 %. El símbolo cuadrado representa la media. Los símbolos * que aparecen por encima y por debajo de las barras señalan los valores extremos, máximo y mínimo, de la muestra.)

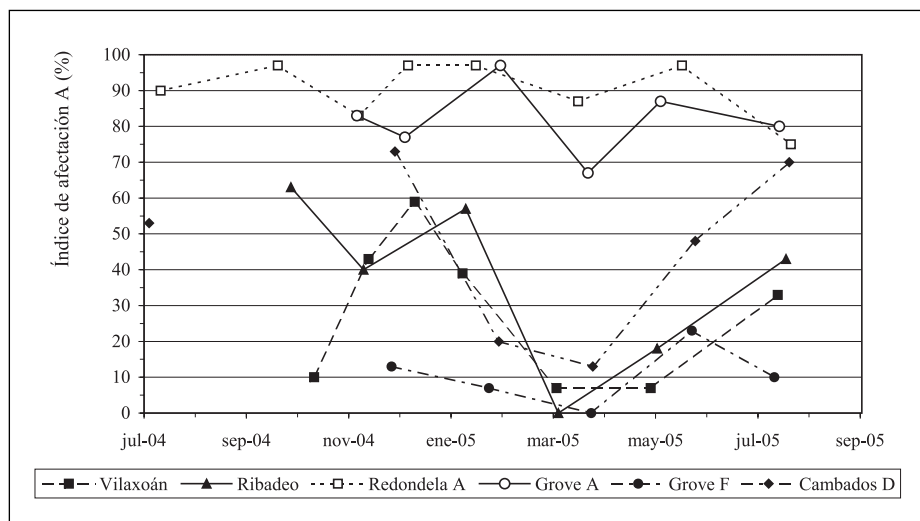


DISCUSIÓN

Salvo en dos de los lotes cultivados (Grove A y Grove F), el crecimiento de las ostras *naissain* fue muy adecuado, presentando tamaño comercial tras 14 meses de cultivo. El patrón y las tasas de crecimiento están de acuerdo con las descritas por otros autores en ésta y otras regiones (Spencer y Gough, 1978; Spencer *et al.*, 1978; Guerra, Acosta y Espinos, 1987; Mazuecos Blanca y López Coteló, 1989; Doménech, 1990, 1993; Guerra *et al.*, 1995). En el caso de los lotes que han alcanzado peso comercial, no han existido grandes diferencias

en crecimiento entre los lotes cultivados en batea y en intermareal, lo cual difiere de lo descrito por otros autores (Spencer *et al.*, 1978; Mazuecos Blanca y López Coteló, 1989), pero coincide con los resultados de Doménech (1990, 1993). Este último autor describe en la ría de Villaviciosa (Asturias) crecimientos similares en batea e intermareal por debajo de la cota de 1,65 m, destacando que, a alturas superiores, los rendimientos decaen considerablemente. El bajo nivel mareal en el que se dispusieron las ostras en el presente estudio, sólo accesibles en mareas vivas, puede contribuir a explicar los resultados expuestos.

Figura 14. Evolución temporal del índice A de afectación por cámaras de gel en los lotes de ostra rizada *naissain*.



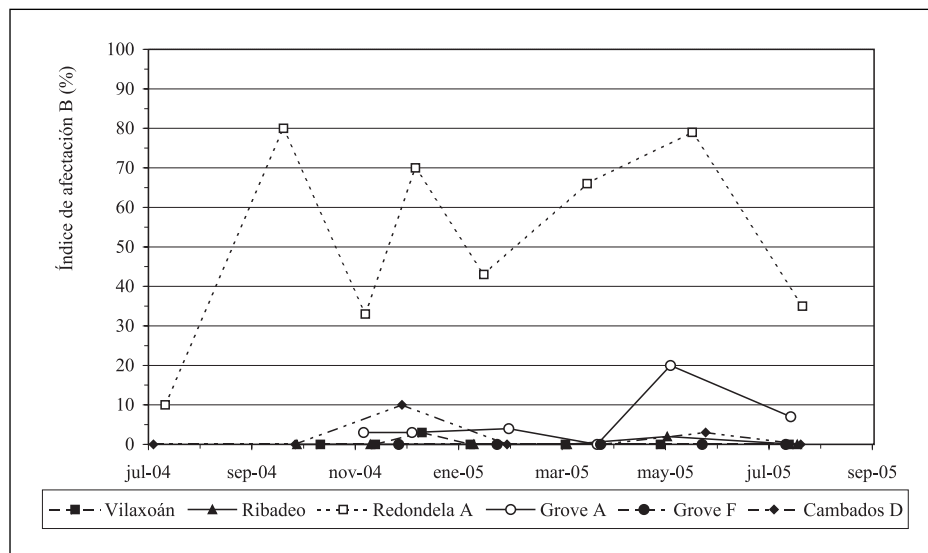


Figura 15. Evolución temporal del índice B de afectación por cámaras de gel en los lotes de ostra rizada *naissain*.

En cuanto a los lotes que no presentaron tasas de crecimiento adecuadas, cabe destacar que en Grove A las ostras no llegaron a ser pegadas en cuerda por problemas de tipo logístico, permaneciendo en cestos durante todo el ciclo de cultivo. Los cestos plantean problemas de falta de circulación de agua debido a la presencia de *fouling*. Asimismo, la competencia por el alimento es mayor entre las ostras que se encuentran depositadas en ellos con respecto a las que se encuentran pegadas en cuerda de manera individualizada. En el caso de las ostras de Grove F, cabe destacar que es éste un polígono de cultivo que desde hace años presenta deficiencias de productividad y está pendiente de reordenación

—reubicación, traslado y (o) eliminación de bateas— por parte de la Xunta de Galicia. Entre las posibles justificaciones de las bajas tasas de crecimiento de esta zona, destacan las fuertes corrientes de marea imperantes, que provocan el enredo de las cuerdas y las colisiones, ocasionando fracturas en los fillos de crecimiento de la concha, y también la actividad depredadora ejercida por peces espáridos en primavera-verano sobre los fillos de las ostras (Morales de la Fuente, Rodríguez y Arnaiz, 2005). Estos autores proponen, al respecto, cultivar las ostras en cestos ostrícolas (o en bandejas plásticas dispuestas en estructuras metálicas suspendidas de la batea), como alternativa al tradicional pegado en cuer-

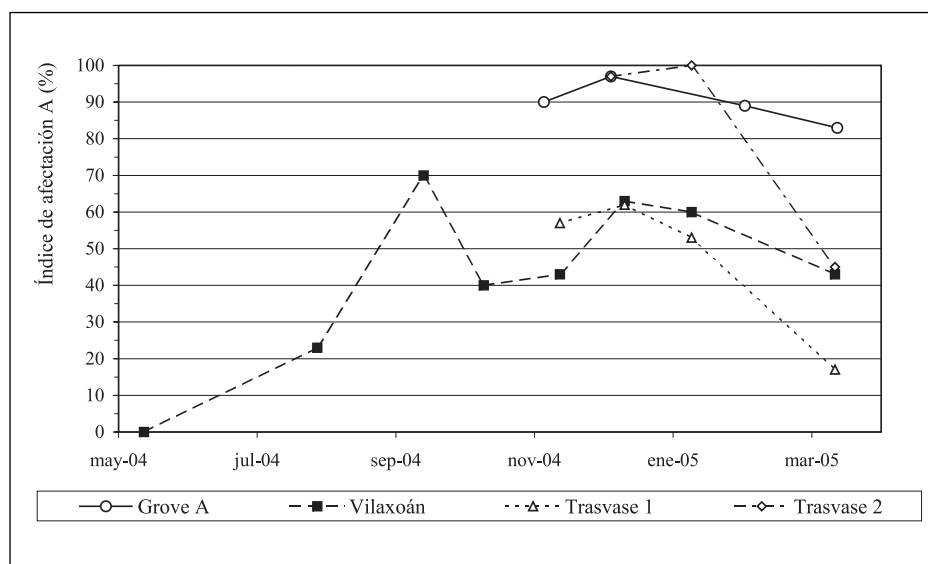
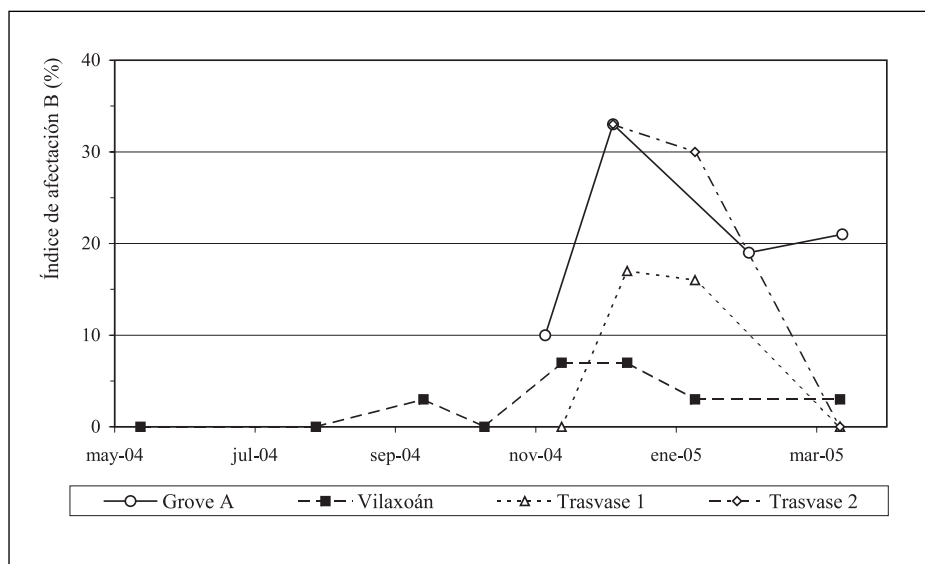


Figura 16. Evolución temporal del índice A de afectación por cámaras de gel en los lotes de ostra rizada de 18 meses.

Figura 17. Evolución temporal del índice B de afectación por cámaras de gel en los lotes de ostra rizada de 18 meses.



da, mientras no se resuelva la situación administrativa de dicho polígono.

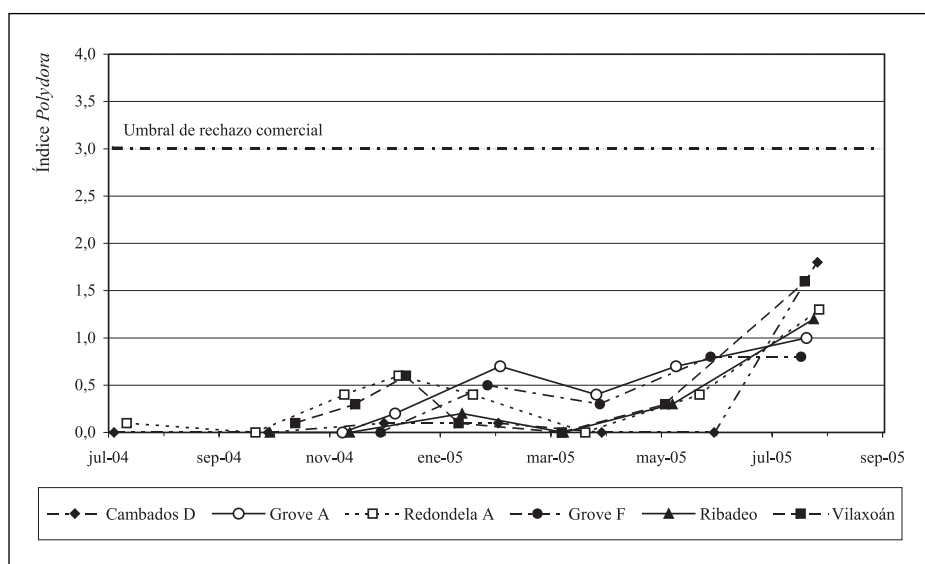
El crecimiento de los lotes introducidos con 18 meses no fue satisfactorio, al no alcanzarse el tamaño comercial tras 10 meses de engorde en ninguna de las zonas de cultivo. Puesto que alguno de los lotes de *naissain* presentó en ese mismo tiempo de cultivo tallas similares a las de los lotes de 18 meses, es muy probable que la calidad inicial de las ostras introducidas desde Francia no fuese la adecuada.

En cuanto a la mortalidad, exceptuando episodios puntuales de mortandad estival en los lotes de Grove A y Grove F, ésta no alcanzó, en general, valores acumulados superiores al 15 %,

por lo que no parece constituir un factor limitativo en el cultivo de esta especie en las aguas gallegas. Estos valores coinciden con las bajas tasas de mortalidad descritas por Guerra *et al.* (1995) en las rías gallegas, por Mazuecos Blanca y López Coteló (1989) en el soroeste de la península Ibérica y por Doménech (1990, 1993) en aguas asturianas.

En cuanto a la calidad de las ostras desde el punto de vista de su aceptación comercial, ésta se evaluó atendiendo a su condición y a la presencia de malformaciones de diferente naturaleza. La condición de las ostras varió estacionalmente y de acuerdo con el grado de desarrollo gonadal de las mismas, presentando valores

Figura 18. Evolución temporal del índice *Polydora* en los lotes de ostra rizada de *naissain*.



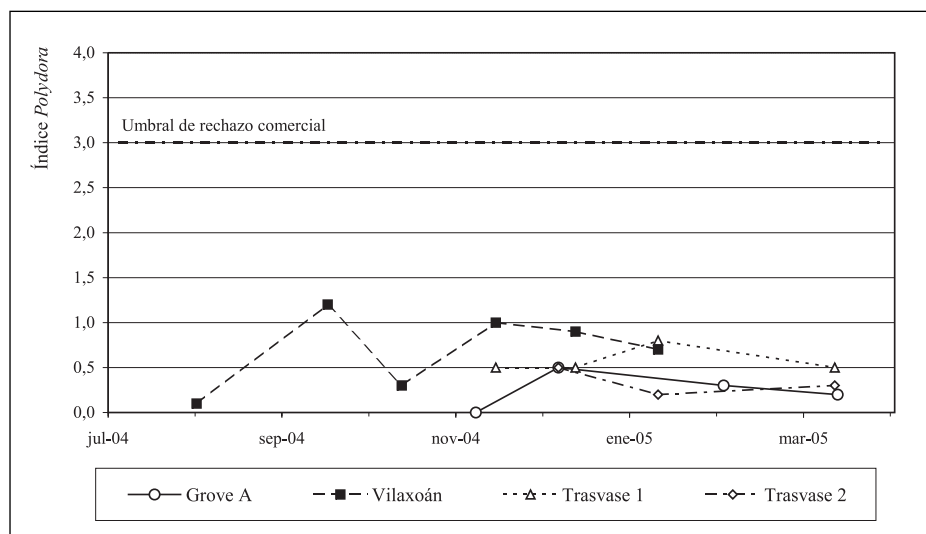


Figura 19. Evolución temporal del índice *Polydora* en los lotes de ostra rizada de 18 meses.

máximos de condición en los meses de verano, una vez que las ostras alcanzaban la talla mínima de maduración sexual. La forma de las ostras fue adecuada en todos lotes cultivados, según se concluye de la aplicación del índice de forma propuesto por Brake, Evans y Langdon (2003) y que se basa en la relación existente entre espesor y longitud dorso-ventral. Las cámaras de gel estuvieron presentes en todos los bancos, pero constituyeron un serio problema en las ostras cultivadas en Redondela A, ya que se detectaron cámaras en un porcentaje superior al 70 % de las ostras cultivadas y de una manera estable a lo largo de todo el año. Este fenómeno ha sido relacionado con episodios de contaminación por TBT derivado de las pinturas *antifouling* de los barcos (Alzieu *et al.*, 1980, 1982, 1986), si bien, normalmente, las ostras afectadas por TBT suelen presentar índices de condición muy reducidos (Waldock, Thain y Waite, 1996), y no es ése el caso de las ostras de Redondela A. Los primeros resultados de las experiencias de cultivo mixto batea-intermareal sugieren que esta técnica podría ser adecuada para disminuir el efecto de las cámaras de gel, mediante trasvase de ostras desde las zonas afectadas hacia las zonas de intermareal ensayadas en este trabajo.

A escala mundial, una gran cantidad de especies de moluscos económicamente importantes se ven afectados por infestaciones de gusanos poliquetos spionidos (*mudworms*), siendo los más frecuentes los del género *Polydora*. Los efectos de estos gusanos en los moluscos son variables, pero

los impactos más severos son aquéllos que resultan de la acción perforadora de las especies de *Polydora*, conduciendo a la formación de cámaras de fango en el interior de la concha. Las ostras de valvas intensamente afectadas por dichas cámaras no resultan adecuadas para su comercialización debido a su aspecto desagradable y a que, en una eventual perforación de las mismas en la operación de apertura, se liberan sedimentos, depósitos fecales y metabolitos anaerobios que desprenden muy mal olor (Handley y Bergquist, 1997). En los 14 meses durante los que se extendió el cultivo experimental de los lotes de *naissain*, *Polydora* spp. no llegó a constituir un problema que limitase la comercialización del producto.

AGRADECIMIENTOS

A los ostricultores Anselmo Bugallo, César García, Jacinto Piñeiro, Andrés Calvo y José Carlos Cerqueiro, por su inestimable cooperación en las labores de cultivo en batea. A las asistencias técnicas de las cofradías de Ribadeo, O Vicedo, O Barqueiro-Bares y Vilaxoán: Sara Trabada, Ramón J. Menéndez, Begoña Serra, Guillermo del Río y Ana Alcalde, que colaboraron en las labores de cultivo intermareal. A María Angueira, José A. Fernández, Susana Goldar, Ana González, M.^a Isabel Meléndez, Elena Momboisse, Elena Penas y M.^a Obdulia Varela, por la realización del procesamiento de las ostras y su colaboración en los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzieu, C., M. Héral, Y. Thibaud, M. J. Dardignac y M. Feuillet. 1982. Influence des peintures antisalissures a base d'organostanniques sur la calcification de la coquille de l'huitre *Crassostrea gigas*. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 45 (2): 101-116.
- Alzieu, C. L., J. Sanjuan, J. P. Deltreil y M. Borel. 1986. Tin contamination in Arcachon Bay: Effects on oyster shell anomalies. *Marine Pollution Bulletin* 17 (11): 494-498.
- Alzieu, C., Y. Thibaud, M. Héral y B. Boutier. 1980. Evaluation des risques dus a l'emploi des peintures antisalissures dans les zones conchycoles. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 44 (4): 301-348.
- Brake, J., F. Evans y C. Langdon. 2003. Is beauty in the eye of the beholder? Development of a simple method to describe desirable shell shape for the Pacific oyster industry. *Journal of Shellfish Research* 22 (3): 767-771.
- Catherine, M., D. Bateau, J. Mazurie y C. Le Bec. 1990. Anomalies des coquilles d'huitres creuses *Crassostrea gigas* observées sur le littoral français en mai-juin 1989 dues au ver *Polydora* et aux peintures antisalissures. *Equinoxe* 31: 24-32.
- Doménech, J. L. 1990. Primeros datos sobre el crecimiento de la ostra, *Crassostrea gigas*, en la Ría de Villaviciosa (Asturias, Norte de España). En: *Actas del III Congreso Nacional de Acuicultura* (24-27 de septiembre, 1990. Santiago de Compostela, A Coruña, España). A. Landín y A. Cerviño (eds.): 515-520. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura, Xunta de Galicia. Santiago de Compostela (A Coruña), España.
- Doménech, J. L. 1993. Captación y cultivo de las ostras, *Crassostrea gigas* y *Ostrea edulis*, en la Ría de Villaviciosa (Asturias). *Boletín de Ciencias Naturales del Real Instituto de Estudios Asturianos* 43: 69-91.
- Guerra, A., C. Acosta y F. Espinos. 1987. Primeras experiencias de cultivo de almeja japonesa (*Tapes semidecussata*) y ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) en la Ría de Ribadeo (NW España). *Cuadernos Marisqueros, Publicación Técnica* 12: 347-352.
- Guerra, A., G. Mosquera, M. J. Álvarez y J. Montes. 1995. Crecimiento de semilla de ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) hasta talla comercial, cultivada en suspendido en diferentes zonas de Galicia (NO España). En: *Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura* (10-13 de mayo 1995, San Carlos de la Rápita, Tarragona, España): 270-275. F. Castelló y A. Calderer (eds.). Publications de la Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- Handley, S. J. y P. R. Bergquist. 1997. Spionid polychaete infestations of intertidal pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg), Mahurangi Harbour, northern New Zealand. *Aquaculture* 153: 191-205.
- Krebs, C. J. 1982. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers. Nueva York: 654 pp.
- Lucas A. y P. G. Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44: 187-200.
- Mazuecos Blanca, M. E. e I. López Coteló. 1989. Estudio sobre el engorde de la ostra japonesa (*Crassostrea gigas* Thunberg) cultivada en dos zonas del Río Piedras (SO. de España). En: *Acuicultura Intermareal*. M. Yúfera (ed.): 79-91. Instituto Ciencias Marinas de Andalucía. Cádiz, España.
- Molares, J., C. Pascual y R. Quintana. 1986. Evaluación de la calidad de la ostra, *Crassostrea gigas*, mediante la utilización de índices de condición y análisis bioquímico elemental. *Alimentaria* 171: 79-87.
- Morales de la Fuente, M. C., L. Rodríguez y R. Arnaiz. 2005. El engorde en batea de ostra plana: estudio comparativo en tres polígonos de la Ría de Arousa. En: *Los recursos marinos de Galicia* (Serie Técnica) 5: 1-64. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos de la Xunta de Galicia. Santiago de Compostela (A Coruña), España.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 382 pp.
- Spencer, B. E. y C. J. Gough. 1978. The growth and survival of experimental batches of hatchery-reared spat of *Ostrea edulis* L. and *Crassostrea gigas* Thunberg, using different methods of tray cultivation. *Aquaculture* 13: 292-312.
- Spencer, B. E., D. Key, P. F. Millican y M. J. Thomas. 1978. The effect of intertidal exposure on the growth and survival of hatchery-reared Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) kept in trays during their first on growing season. *Aquaculture* 13: 191-203.
- Waldock, M. J., J. E. Thain y M. E. Waite. 1996. An assessment of the value of shell thickening in *Crassostrea gigas* as an indicator of exposure to Tributyltin. En: *Organotin: Environmental fate and effects*. M. A. Champ y P. F. Seligman (eds.): 219-237. Chapman & Hall. Londres.
- Xunta de Galicia. 1992. *Plan de Ordenación dos Recursos Pesqueiros e Marisqueiros de Galicia*. (Serie Estadística de Pesca) 1: 1-52. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura de la Xunta de Galicia. Santiago de Compostela (A Coruña), España.